

В результате эксперимента получены величины среднего времени поиска компонента на ПУОИ. При анализе результатов можно сделать следующие выводы.

1. С увеличением числа повторений время реакции оператора асимптотически приближается к его индивидуальному значению.

2. По характеру кривой повторения можно судить об обучаемости и навыках оператора.

3. Среднее время поиска компонента тренированного оператора примерно в два раза меньше, чем нетренированного при том же числе ошибок.

Рассмотренный программно-аппаратный комплекс может использоваться для отработки панели управления конкретного устройства и интерфейса средств телекоммуникаций на ранних этапах проектирования.

Библиографические ссылки

1. Климов И. З., Копысов А. Н., Чувашов А. М. Уплотнение широкополосного канала связи для передачи телеметрической информации // Вопросы электромеханики. – 2010. – Т. 119. – № 6. – С. 57-61. – URL: <http://jurnal.vniiem.ru/text/119/57.pdf> (дата обращения: 26.04.2013).

2. Заболотских В. И., Сяктерев В. Н., Сяктерева В. В. Портативный комплекс измерений механических параметров

ударно-волновых воздействий // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2008. – № 7. – С. 39–44.

3. Нистюк А. И. Технологии тактильной обратной связи в устройствах с сенсорным экраном // Радиотехн. и телекоммуникац. системы. – 2012. – № 3. – С. 66–68.

4. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Определение структуры интерфейсов сложных технических систем управления по области решаемых задач // Приволж. науч. вестн. – 2012. – № 2. – С. 14–16.

5. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Синтез адаптивных средств взаимодействия сложных технических систем управления // В мире науч. открытий. – 2012. – № 1. – С. 39–49.

6. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Обеспечение надежности информационно-управляющих систем // В мире науч. открытий. – 2011. – Т. 13. – № 1. – С. 82–85.

7. Барбашин Д. И., Нистюк А. И. Разработка математических моделей и алгоритмов для автоматизированного проектирования передних панелей управляющих систем // В мире науч. открытий. – 2010. – № 4-4. – С. 32–34.

8. Чупин А. Г., Нистюк А. И. Информационная система определения параметров человека-оператора // Информационные технологии в инновационных проектах : тр. III междунар. науч.-техн. конф. (Ижевск, 23–24 мая 2001 г.) / Ижев. радиоз-д. – Ижевск, 2001. – Ч. 1. – С. 200–202.

9. Нистюк Т. Ю. Обработка статистических данных на ЭВМ : учеб.-метод. пособие для направления 2304010 «прикладная математика». – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. – 48 с.

A. I. Nistyuk, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Hardware and software complex to investigate complicated telecommunication and control systems

The article considers the investigating hardware and software complex to study operator characteristics. Investigations were implemented for control devices and telecommunication devices like iPad. The developed algorithms and statistical processing of data allowed determining: the dependence of operator trainability on the number of repetitions; the time of operating with the generated control panel; and the average time of the component detection. They also allowed proving, that the order degree may serve as the criterion of the configuration optimality.

Keywords: experiment, statistical processing, computer, iPad, touch screen, man-operator, control devices, telecommunication devices

Получено: 03.04.13

УДК 621.43.016.4(031)

В. Н. Сяктерев, кандидат технических наук, доцент;
И. А. Васильев, магистрант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУКТИВНОГО КАНАЛА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕРМОМЕТРИРОВАНИЯ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Предложена структура системы энергоснабжения промежуточного преобразователя, входящего в состав телеметрических систем термометрирования поршня двигателя внутреннего сгорания. Приведены результаты ее исследования.

Ключевые слова: поршень двигателя внутреннего сгорания, система бесконтактного энергоснабжения, резонанс, индуктивный канал связи

В современных условиях ускоренного развития двигателестроения актуальна проблема создания систем, предназначенных для контроля температуры деталей цилиндра-поршневой группы (ЦПГ) на работающем двигателе, особенно актуальна эта задача для поршня двигателя. Для решения этой задачи в

настоящее время применяются телеметрические системы с бесконтактной передачей измерительной информации.

В таких системах различают два основных функциональных блока – промежуточный преобразователь, располагаемый непосредственно на поршне, и

стационарную приемно-регистрирующую аппаратуру. Для повышения точности измерений в таких системах важную роль играет надежное энергоснабжение промежуточного преобразователя.

Согласно литературным данным [1], в настоящее время имеются аккумуляторные батареи, обеспечивающие отдаваемую в нагрузку мощность, достаточную для энергоснабжения промежуточных преобразователей. Однако данные устройства могут эксплуатироваться при температуре не более 100 °С и перегрузках до 1 000 г. Температура же в зоне возможного расположения промежуточных преобразователей на поршне может превышать 130 °С и возможная перегрузка значительно превосходить 1 000 г. Поэтому использование автономных источников для энергоснабжения промежуточных преобразователей, располагаемых на поршне, в настоящее время не представляется возможным. Перспективную группу составляют устройства энергоснабжения, использующие преобразование энергии механического движения деталей ЦПГ двигателя в электрическую.

Из подобных устройств наибольший интерес представляет конструкция системы энергоснабжения, основанная на электромагнитном принципе преобразования энергии взаимного движения деталей ЦПГ в электрическую [2]. Однако недостатком такого устройства энергоснабжения электромагнитного типа является зависимость амплитуды и частоты генерируемой электродвижущей силы (ЭДС) индукции от оборотов двигателя. Это делает невозможным их применение в низкооборотных двигателях.

Применение для энергоснабжения устройств с внешним подводом энергии позволяет практически устранить недостатки рассмотренных выше устройств.

Энергоснабжение с внешним подводом энергии может выполняться с помощью контактных и бесконтактных систем.

В контактных устройствах, как правило, используются скользящие контакты. Главный недостаток скользящих контактов заключается в износе механически соприкасающихся частей. Бесконтактная система энергоснабжения имеет ряд существенных преимуществ: обладает высокой надежностью, исключается проблема механического износа компонентов системы, что повышает ее долговечность.

Среди способов бесконтактного энергоснабжения можно выделить систему, основанную на эффекте электромагнитной индукции. Такие системы энергоснабжения могут быть реализованы как с постоянной, так и с периодической связью элементов канала энергоснабжения. Как показывает анализ подобных устройств, реализация индуктивного канала энергоснабжения с постоянной связью требует существенных конструктивных доработок деталей двигателя. Поэтому в качестве основы для реализации системы энергоснабжения промежуточного преобразователя на основе индуктивного способа передачи энергии выбрана схема с периодической связью.

Упрощенная конструкция и структурная схема индуктивного канала энергоснабжения с периодической связью приведены на рис. 1, а и б соответственно.

Приемная катушка 2 закреплена на юбке поршня двигателя 1, передающая катушка 3 неподвижно закреплена в картере. На передающую катушку поступает переменный ток частотой f от внешнего генератора, что вызывает появление переменного магнитного поля.

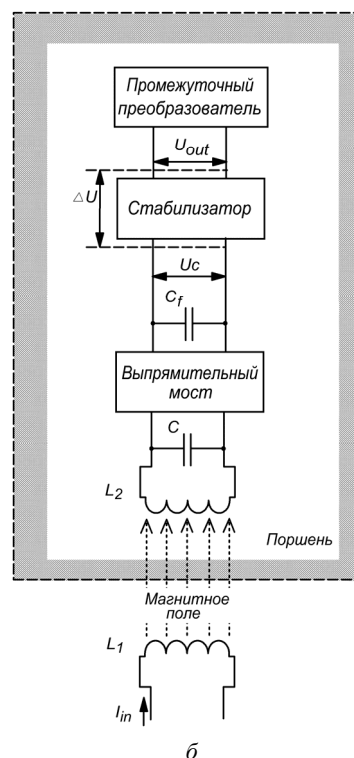
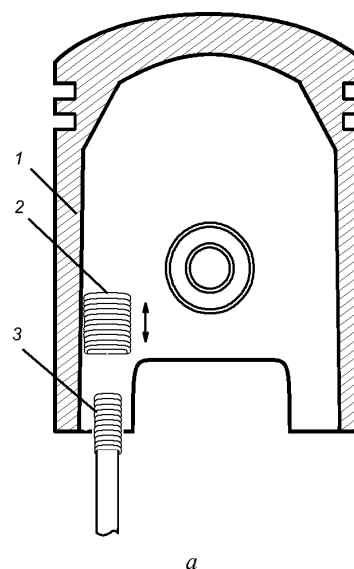


Рис. 1. Упрощенная конструкция (а) и структурная схема индуктивного канала энергоснабжения (б): 1 – поршень двигателя; 2, 3 – приемная и передающая катушки индуктивности соответственно; I_{in} – входной переменный ток, поступающий от внешнего генератора; L_1 , L_2 – индуктивности передающей и приемной катушек соответственно; C – конденсатор вторичного контура; C_f – фильтрующий конденсатор; U_c – напряжение на выходе выпрямительного моста; ΔU – падение напряжения на стабилизаторе; U_{out} – напряжение, питающее промежуточный преобразователь

При возвратно-поступательном движении поршня передающая и приемная катушки взаимодействуют в нижней мертвой точке, и магнитное поле, генерируемое передающей катушкой, наводит ЭДС индукции в приемной катушке, закрепленной на поршне ДВС. ЭДС индукции через выпрямитель, фильтрующий конденсатор и стабилизатор, подается для энергоснабжения промежуточного преобразователя.

На основе индуктивного канала энергоснабжения возможна реализация двух типов систем – с использованием резонансной и без резонансной связи приемной и передающей катушек индуктивности. Их отличие состоит только в наличии дополнительного конденсатора C во вторичном контуре (рис. 1, б). В системе энергоснабжения без резонансной связи приемной и передающей катушек индуктивности конденсатор отсутствует.

Для анализа возможностей индуктивного канала связи в САПР *MicroCap* были построены и исследо-

ваны электрические модели систем с резонансной связью и без резонансной связи контуров.

Расчеты элементов системы проводились по методике, приведенной в работе [3]. Далее результаты расчетов уточнялись для получения эффекта сильной связи передающего и приемного контуров; в этом случае обеспечивается максимальный коэффициент полезного действия (КПД) передачи энергии.

Эпюры напряжений на нагрузке, получившиеся в результате моделирования, при слабой и сильной связи приведены на рис. 2, а и б соответственно. На рис. 2, в приведен график изменения коэффициента связи K контуров (безразмерная величина) в течение времени взаимодействия катушек индуктивности при работе двигателя на режиме 500 об/мин, что соответствует периоду взаимодействия катушек 0,12 с. По оси абсцисс на графиках – время в миллисекундах. По оси ординат – напряжение в вольтах.

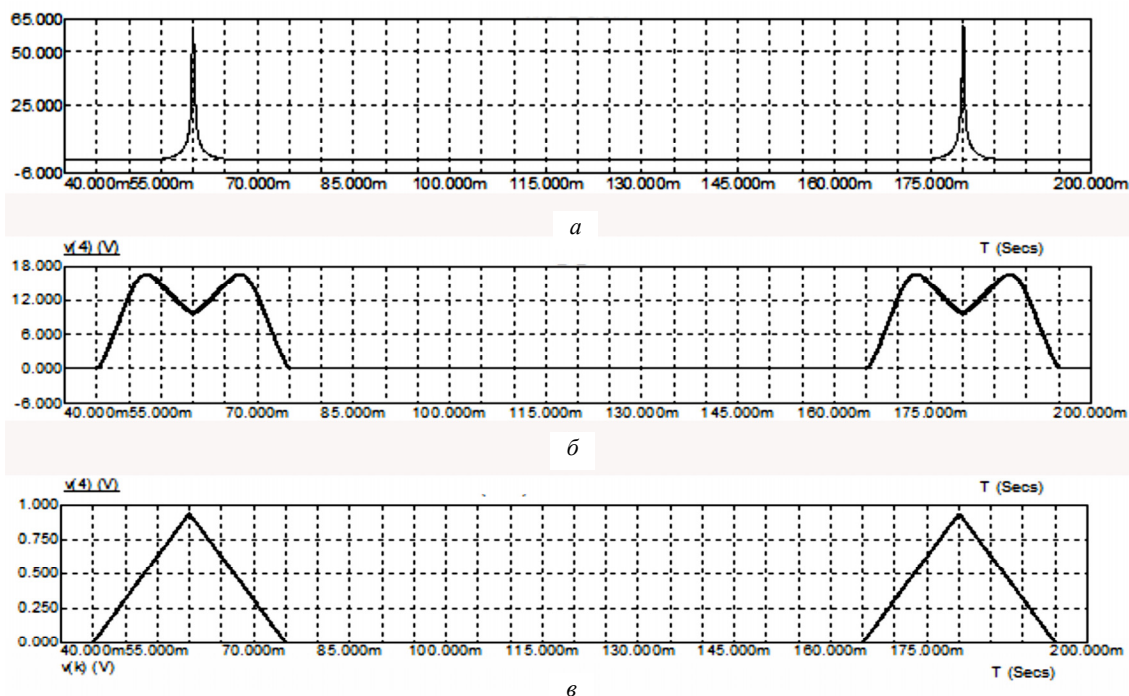


Рис. 2. Результаты моделирования системы энергоснабжения

Время взаимодействия катушек определяется конструктивными особенностями ДВС. Для мотоциклетных двигателей [4] возможна следующая реализация конструкции: высота установленной приемной катушки – 15 мм; ход поршня – 62 мм. Взаимодействие контуров организовано в нижней мертвой точке, откуда время взаимодействия составляет четвертую часть периода, что соответствует 0,03 с на оборотах 500 об/мин. В течение этого времени значение коэффициента связи K изменяется от минимального до максимального значений (рис. 2, в).

В результате модельных исследований установлено, что КПД системы энергоснабжения на основе индуктивного канала связи с использованием резонансной связи катушек индуктивности составил 1,5 %, тогда как КПД системы энергоснабжения без

использования резонансной связи катушек индуктивности не превысил 0,32 % [5]. Поэтому для дальнейшей разработки за основу взят индуктивный канал энергоснабжения с использованием резонансной связи катушек индуктивности.

Для исследования адекватности модели и проверки возможности ее практической реализации разработан макет системы энергоснабжения и проведено его экспериментальное исследование. Структурная схема макета приведена на рис. 3.

Для моделирования возвратно-поступательного движения поршня ДВС в схему макета установлено герконовое реле, коммутирующее генератор и передающую катушку с частотой переключения, соответствующей различным оборотам двигателя.

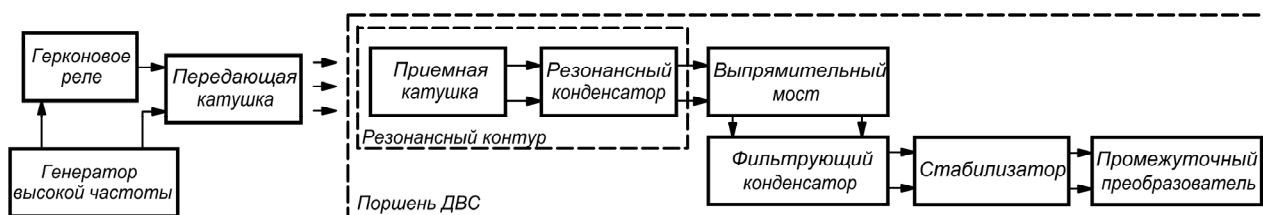


Рис. 3. Структурная схема макета системы энергоснабжения

На рис. 4 приведена экспериментально полученная зависимость напряжения на нагрузке для одного цикла взаимодействия передающей и приемной катушек индуктивности, соответствующего частоте 500 об/мин. Аналогичные результаты получены для других оборотов двигателя, что подтверждает результаты моделирования, приведенные на рис. 2, б. По оси абсцисс графика, приведенного на рис. 4, – время взаимодействия катушек индуктивности, соответствующее данной частоте, по оси ординат – напряжение на нагрузке в вольтах.

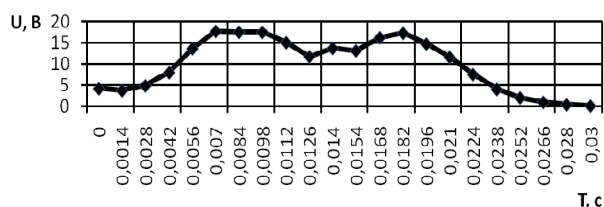


Рис. 4. График изменения напряжения на нагрузке

Рассмотренный цикл передачи энергии занимает четвертую часть периода оборотов двигателя, а для питания промежуточного преобразователя необходимо поддерживать постоянное напряжение 9 В при токе нагрузки не менее 30 мА. Учитывая свойства интегральных стабилизаторов, на выходе выпрямительного моста необходимо поддерживать напряжение не менее 12 В, так как падение напряжения на интегральном стабилизаторе составляет величину не менее 3 В. Для проверки соответствия характеристик системы энергоснабжения данному условию было проведено ее экспериментальное исследование для различных оборотов двигателя (рис. 5).

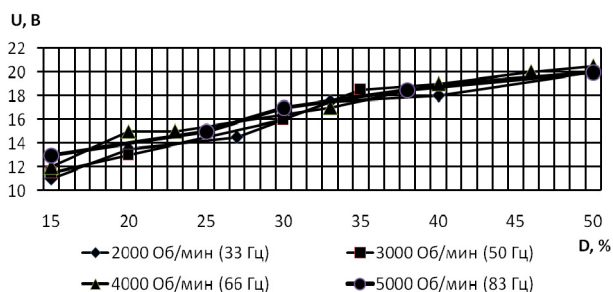


Рис. 5. Зависимости изменения напряжения на нагрузке при различных оборотах двигателя

По оси абсцисс графика на рис. 5 приведены значения коэффициента D заполнения сигнала, подаваемого на герконовое реле. Коэффициент заполнения моделирует время взаимодействия приемной и передающей катушек индуктивности. При $D = 50\%$ катушки индуктивности взаимодействуют в течение времени, равного половине периода вращения поршня ДВС.

Исходя из полученных результатов, видно, что напряжения на выходе системы энергоснабжения достаточно для питания промежуточного преобразователя при различных оборотах двигателя.

Таким образом, в результате проведенного моделирования и экспериментальных исследований показана возможность практической реализации системы энергоснабжения на основе индуктивного канала с использованием резонансной связи для энергоснабжения промежуточного преобразователя.

Библиографические ссылки

1. Li Li, Wu Feng, Yang Kai. Electrochemical performance of nickel/metal hydride batteries under unconventional conditions and degradation analysis // Trans. Nonferrous Met. Soc. China. – Febr. 2004. – Vol. 14, No. 1. – URL: www.tnmsc.cn/down/upfile/soft/200961/2004-01-42.pdf (дата обращения: 18.01.2013).
2. А. с. (СССР) № 1024749. Многоканальная система для измерения температуры поршней двигателя / В. Н. Сяктерев, Г. Н. Ключников, Р. Ш. Гареев, В. Н. Кондратьев. – Оpubл. 23.06.1983; Бюл. № 23.
3. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Совет. радио, 1977. – 608 с.
4. Поспелов Д. Р. Двигатели внутреннего сгорания с воздушным охлаждением. – М. : Машиностроение, 1971. – 536 с.
5. Сяктерев В. Н., Васильев И. А. Моделирование и сравнительный анализ технологий беспроводной передачи энергии на основе индуктивного канала связи // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. науч. тр. регион. науч.-техн. очно-заоч. конф. / науч. ред. В. А. Куликов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – С. 173–180.

Research of electrical power system based on inductive communication channel of telemetry system for temperature measurement of piston in internal combustion engine

The structure of contactless electric power supply system of converter as a part of the telemetric system of internal combustion engines and the results of its research are presented in this article.

Keywords: internal combustion engine piston, contactless electrical power system, resonance, inductive communication channel

Получено: 03.04.13

УДК 539.3+534.1

В. П. Тарануха, кандидат технических наук, доцент
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОГО УСТРОЙСТВА
ЗАПИСИ-ЧТЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

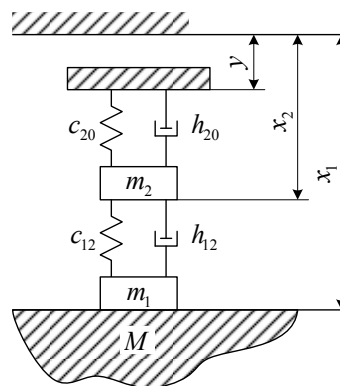
Исследуется динамика основного механического узла устройства резервного копирования: динамическая система – магнитный диск – контактная магнитная головка – упругий держатель головки. Приводится методика идентификации оптимальных механических параметров системы по отношению к поперечным колебаниям диска методом наименьших квадратов.

Ключевые слова: дисковое устройство, механические параметры, инфокоммуникационная система

Статья посвящена исследованию основной механической части устройства резервного копирования (УРК) – динамической системе магнитный диск – контактная магнитная головка – упругий держатель головки. Эта система в теоретическом и экспериментальном, а также в конструктивном и производственном отношении представляет наибольшую сложность в УРК и в настоящее время недостаточно изучена.

В случае контактной магнитной записи магнитная связь между носителем записи и магнитными головками проявляется более сильно. Это позволяет запись и воспроизведение информации вести на более высоких частотах и с большей поперечной и продольной плотностью. В этом неоспоримое преимущество контактной магнитной записи. Обычно контактная магнитная запись применяется для носителей информации, движущихся с линейными скоростями, не превышающими 20 м/с [1]. При больших линейных скоростях магнитные головки и носители информации сильно изнашиваются и быстро выходят из строя. С другой стороны, нельзя допускать отрыва магнитной головки от носителя информации, так как это приводит к искажениям записываемой и воспроизводимой информации. Для совмещения этих противоречивых требований – постоянного контакта головки и магнитного диска и минимальной силы трения между ними – система «диск – головка» должна быть оптимальной в данном смысле. В большинстве случаев конструкторы к решению этой проблемы подходят интуитивно, подбирая конструкции опытным путем. Такой подход объясняется большой сложностью вопроса, так как рассматриваемая система является многомерной нелинейной с распределенными параметрами, подвергаемой случайным возмущением. Аналитическое исследование при помощи дифференциальных

уравнений столь сложной системы затруднено. В качестве первого приближения предлагается реальную систему диск – контактная головка – упругий держатель аппроксимировать линейной динамической многомерной моделью с сосредоточенными параметрами (рис. 1).



Упрощенная динамическая модель системы контактная головка – диск

По отношению к основному виду возмущений – поперечным колебаниям диска – колебательное движение системы описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + h_{12} \dot{x}_1 + c_{12} x_1 - h_{12} \dot{x}_2 - c_{12} x_2 &= f_{12}, \\ -h_{12} \dot{x}_1 - c_{12} x_1 + m_2 \ddot{x}_2 + (h_{12} + h_{20}) \dot{x}_2 + (c_{12} + c_{20}) x_2 &= \\ &= h_{20} \dot{y} + c_{20} y + f_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где m_1 , m_2 – приведенные массы головки и держателя; h_{12} , h_{20} – приведенные коэффициенты сопротивления; c_{12} , c_{20} – приведенные коэффициенты